

Pillole di LASER

(Parte prima)

La parola "LASER" è molto usata ma non tutti sanno che è un acronimo derivante dall'inglese: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, cioè amplificazione della luce tramite emissione stimolata di radiazione. La luce emessa da una lampada o dal Sole proviene da atomi che la emettono in maniera spontanea. Il principio di funzionamento del laser è il seguente: si pompa energia in un "mezzo attivo" liquido, gassoso o solido con la presenza di atomi di determinati elementi e successivamente parte di questa energia viene liberata in maniera controllata in un fascio monocromatico e coerente ad alta intensità. Per riuscirci bisogna "pompate" negli atomi energia sotto varie forme (flash, corrente elettrica, radiofrequenza, un altro laser) tale che porti uno dei loro elettroni in uno stato di alta energia: gli atomi vengono "eccitati". La loro tendenza a ritornare allo stato fondamentale, a più bassa energia, fa sì che siano emessi spontaneamente fotoni di energia pari a quella acquisita. Questi stessi fotoni, interagendo con atomi ancora eccitati, innescano una reazione a catena: ogni fotone provoca l'emissione di un altro fotone (amplificazione) stimolando così un'emissione a cascata. Raggiunta una certa soglia si otterrà un fascio laser.

Per spiegare approfondendo un po' di più bisogna avvicinarsi alla filosofia scientifica che lo ha prodotto: la meccanica quantistica.

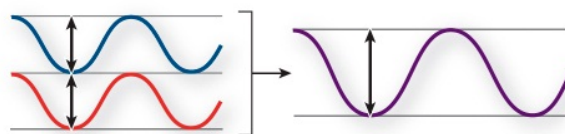
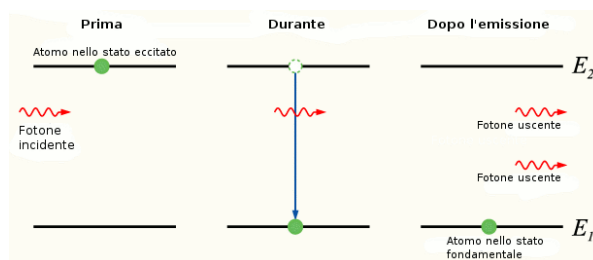
Gli studi di Bohr (1885-1962), premio Nobel per la Fisica nel 1922, erano basati sul modello atomico di Rutherford (1871-1937) premio Nobel per la Chimica 1908, secondo il quale l'atomo è costituito da un nucleo, circondato da elettroni. A differenza del modello atomico di Rutherford, in quello di Bohr gli elettroni non sono posizionati in una qualsiasi orbita (oggi si preferisce chiamarla orbitale), ma le occupano secondo un criterio non arbitrario. Il modello prevede che gli elettroni siano disposti intorno al nucleo su orbitali stabili, corrispondenti a livelli energetici ben definiti, e che l'emissione o l'assorbimento di radiazione elettromagnetica si verifichi a seguito di transizioni elettroniche tra livelli energetici (quantici) diversi. Finché un elettrone rimane nel suo orbitale, non emette e non assorbe energia. Per passare da un orbitale con energia minore a un orbitale con energia maggiore (cioè da uno più interno a uno più esterno) l'elettrone deve ricevere dall'esterno una quantità di energia corrispondente alla differenza di energia tra i due orbitali; se invece passa da un orbitale di energia maggiore a un orbitale di energia minore, l'elettrone emette una quantità di energia (fotone) pari alla differenza tra i due orbitali. Questa quantità di energia anzi questo pacchetto di energia minimo intermedio delle forze elettromagnetiche è il fotone.

La storia del laser risale agli inizi del secolo scorso: fu Einstein (1879-1955) premio Nobel per la Fisica nel 1921, nel suo trattato *Zur Quantum Theorie der Strahlung del 1917*, a teorizzare la possibilità di un'emissione stimolata della luce, diversa da quella spontanea.



Nel caso di emissione spontanea il sistema in esame (un atomo per esempio) può rimanere in uno stato energeticamente eccitato per un tempo più o meno lungo secondo la differenza di energia in gioco. Quando il sistema si diseccita e fa ritorno allo stato energetico, (quantico) fondamentale l'energia persa è rilasciata sotto forma di radiazione elettromagnetica (luce, ma non sempre)

Tale radiazione esce in qualsiasi direzione. Quando parliamo invece di emissione stimolata (ecco l'intuizione di Einstein) il ritorno allo stato energetico iniziale dell'elettrone è stimolato da un fotone incidente. I fotoni in uscita sono tutti nella stessa direzione, stessa lunghezza d'onda e stessa fase. Questo significa che tutte le "creste" e le "valli" delle loro onde sono in fase tra di loro, generando interferenze di tipo costruttivo. Le ampiezze delle onde si sommano e questo porta ad avere un'elevata intensità.



Le caratteristiche fondamentali della luce laser sono :monocromaticità(unica lunghezza d'onda) coerenza (I fotoni sono tra loro in fase temporale e spaziale:semplificando si può dire che nel loro percorso sono tutti "nello stesso punto nello stesso momento")

collimazione. o collimabilità (mantenimento di un'alta direzionalità e bassissima divergenza)

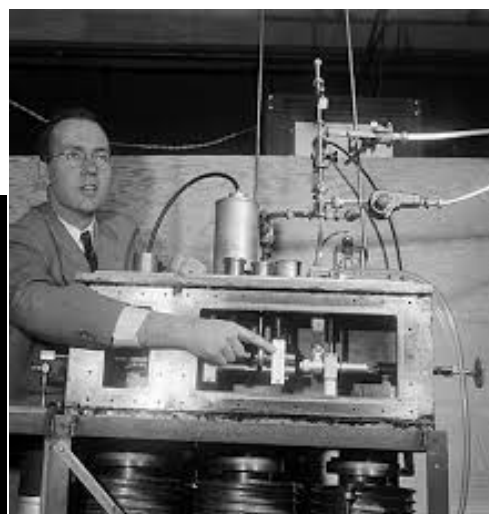
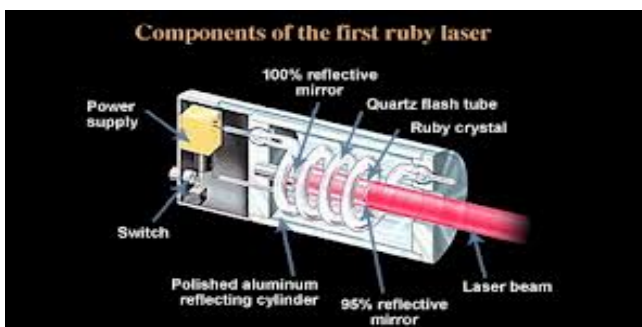
Ma per avere materialmente un laser bisogna aspettare fino al 1960, quarantatre anni dopo la teorizzazione di Einstein.

Fu solo nel 1960 che Theodor Maiman dei Laboratori di Ricerca della Hughes Corporation (USA) riuscì a realizzare il primo laser. Si trattava di un laser impulsato ottenuto sfruttando un cilindro di rubino posto fra due specchi. Il pompaggio era di tipo ottico ed era realizzato mediante un intenso flash luminoso generato con una lampada a scarica di forma elicoidale posta attorno alla barra di rubino.

Come nei primi maser (antesignano del laser: stesso principio utilizzando microonde), la diseccitazione per emissione spontanea di un fotone innescava il processo di emissione stimolata e la conseguente generazione di un impulso luminoso ulteriormente amplificato dalla risonanza ottica fra i due specchi. In pratica, l'onda e.m. alla frequenza n , generata per emissione stimolata, propagava avanti e indietro fra i due specchi (perpendicolarmente alla loro superficie) amplificandosi a ogni passaggio nel mezzo attivo. Poiché uno dei due specchi era parzialmente riflettente, da esso usciva il fascio utile.

Il primo laser in grado di produrre un'emissione continua di luce (anziché singoli impulsi) fu realizzato verso la fine del 1960 da Ali Javan, William Bennet e Donald Herriot. I tre ricercatori dei Laboratori Bell (USA) realizzarono un dispositivo che sfruttava come mezzo attivo una miscela di due gas nobili: l'Elio e il Neon (per questo motivo il laser prese il nome di laser HeNe). Anche il funzionamento era radicalmente diverso dal dispositivo precedentemente sviluppato da Maiman. L'eccitazione del mezzo attivo, infatti, era realizzata mediante una scarica elettrica (anziché un lampo luminoso.)

L'utilità del laser non è legata unicamente alla potenza. Il fatto che la loro luce possa essere controllata così a fondo, con i fotoni che si comportano come una cosa sola ne fa uno strumento scientifico insostituibile, che trova impiego in mille modi, dalla misura della distanza della luna alla scoperta dei segreti dell'atomo. Le applicazioni derivate, come i lettori di codici a barre, i CD, le telecomunicazioni moderne, la chirurgia digitale, sono solo la ciliegina sulla torta.



Bibliografia

Storia del laser. Bertolotti Mario. Anno 2000

Michael brooks Le grandi domande di fisica 2011

Quantum. Da Einstein a Bohr, la teoria dei quanti, una nuova idea della realtà di Manjit Kumar e T. Cannillo (31 mag. 2011)

